Lane Medical Library

Aus der Medizinischen Klinik zu Kiel.

Leiter: Prof. Dr. Schittenhelm

Die Verwertung des Amplituden-Frequenz-Produktes nach Körperarbeit als Funktionsprüfung des Herzens

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der hohen Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu KIEL

VORGELEGT VON ALFRED RECKEWEG AUS HERFORD i. W.

K I E L 1 9 3 3

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153319_0285

MEINEN ELTERN

Aus der Medizinischen Klinik zu Kiel.

Leiter: Prof. Dr. Schittenhelm

Die Verwertung des Amplituden-Frequenz-Produktes nach Körperarbeit als Funktionsprüfung des Herzens

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der hohen Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu KIEL

VORGELEGT VON ALFRED RECKEWEG AUS HERFORD i. W.

K I E L 1 9 3 3

Nummer 3 . Rektoratsjahr 1933/1934

Referent: Prof. Schellong

Correferent: Prof. Schittenhelm

Zum Druck genehmigt:

Prof. Dr. Külz, Dekan

A. Einleitung

Mit der immer feiner werdenden Untersuchungstechnik der letzten Jahrzehnte, die sich insbesondere auch auf die Pathologie des Herzens erstreckte, stieg in gleicher Weise das Bedürfnis nach einer Methode, nach der es möglich sei, ganz objektiv den funktionellen Wert des Herzens erfassen zu können. Veränderungen der mannigfachsten Art, aus denen ein Schluß auf den Zustand des Myocards erlaubt schien, wurden zur funktionellen Diagnostik des Herzens herangezogen. In der Vielheit der verschiedensten Vorschläge offenbart sich aber gleichzeitig die Unzulänglichkeit aller angegebenen Methoden. Ich will im Rahmen dieser Arbeit nicht näher auf sie eingehen.

Es ist interessant, wie immer wieder versucht wurde, aus den Veränderungen des Blutdruckes und der Pulsfrequenz nach Körperarbeit Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit des Herzens zu ziehen, wobei einesteils den Schwankungen des Blutdruckes, anderenteils den Veränderungen der Pulsfrequenz ein größerer Wert beigemessen wurde. Auch versuchte man, aus der Reaktion aller Größen nebeneinander sich ein Bild von der Kreislaufregulation zu verschaffen. Der Sinn einer Regulationsprüfung des Kreislaufes liegt ja letzten Endes darin, eine Methode zu haben, durch deren Anwendung ein exaktes Urteil über die Leistungsfähigkeit des Herzens, die

Größe seiner Reservekraft an sich gefällt werden kann, ohne Rücksicht darauf, ob es anatomisch intakt ist oder ob irgendwelche Defekte vorhanden sind. In erster Linie ist es auch Zweck, solche Fälle, wo trotz geklagter Herzbeschwerden seitens der Patienten die klinische Untersuchung, Röntgenapparat und Ekg. nicht in der Lage waren, einen pathologischen Befund aufzudecken, entscheidend beurteilen zu können, ob die Beschwerden auf eine minderwertige Herzfunktion zurückzuführen sind oder anderweitiger Natur sind. Denn wo das klinische Bild an sich schon ein Urteil über das Versagen des Herzens erlaubt, hat eine Funktionsprüfung keine Bedeutung mehr.

Einen guten Einblick in das Kreislaufgeschehen würde man durch Beobachtung des Herzminutenvolumens unter dem Einfluß dosierter Arbeitsleistungen gewinnen, dessen Verlauf ja ein Ausdruck der Funktionstüchtigkeit des Herzens ist. Gerade in letzter Zeit hat man sich viel mit dieser Frage befaßt. Die verschieden angegebenen gasanalytischen Methoden zur Bestimmung des Minutenvolumens (M.-V.) sind für den Gebrauch in der Klinik reserviert und zu umständlich, um Allgemeingut werden zu können; das Gleiche gilt von der von BROEMSER und FRANKE [1] angegebenen Methode.

Eine einfache Methode zur Erfassung des M.-V. sehen Liljestrand und Zander in der Aufstellung des Amplituden-Frequenz-Produktes (A. Fr. Pr.), das aus verschiedenen, leicht meßbaren Größen des Blutdruckes und der Pulsfrequenz bestimmbar ist. Unter dem A. Fr. Pr. versteht man das Produkt aus der Pulsfrequenz mit der reduzierten Amplitude. Reduziert wird die Amplitude aus dem Grunde genannt, weil nicht die tatsächliche Amplitude, d. h. die Differenz zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck zur Multiplikation verwendet wird, sondern weil sie zu einem mittleren Blutdruck von 100 in Beziehung gesetzt ist. Ihr Wert wird nach der Gleichung

$$\text{reduz. Ampl.} = \frac{100 \,.\, \text{Amplitude}}{\text{mittl. Blutdruck}}$$

bestimmt. Da man mit der Aufstellung des A. Fr. Pr. einen guten Einblick in die Kreislaufregulation nach Körperarbeit zu gewinnen glaubte, wurde es verschiedentlich unternommen, Größenänderungen dieses Wertes bei Herzgesunden und -kranken einer methodischen Prüfung zu unterziehen, um auf diesem Wege eine praktische, leicht ausführbare Herzfunktionsprüfung aufzustellen.

B. Literatur

Die Bestimmung des Amplituden-Frequenz-Produktes entspringt dem alten Bestreben, aus den Blutdruckschwingungen um eine Mittellage unter Berücksichtigung der entsprechenden Blutdruckwerte die Größe des tatsächlichen Schlagvolumens zu erschließen. Zunächst erscheint auch die Größe der Amplitude ein Maß des Minutenvolumens zu sein, da die Größe der Amplitude offensichtlich zum Teil mit der Größe des jeweiligen Schlagvolumens zusammenhängt. So fanden DAWSON und GORHAM[2] an Hunden ausgezeichnete Übereinstimmungen zwischen Amplitude und dem plethysmographisch ermitteltem Schlagvolumen. SKELTON[3] konnte dagegen keine konstante Beziehung zwischen diesen beiden Größen feststellen. STRASSBURGER[4] sowie ERLANGER und HOOKER[5] wiesen darauf hin, daß die Größe der Blutdruckschwankung dazu noch von verschiedenen anderen Faktoren abhängig ist, vor allem von dem Elastizitätsgrad, dem Widerstand und Querschnitt des Arteriensystems, ferner von dem jeweiligen Spannungszustand der Arterien sowie von der Länge der systolischen Austreibungszeit. Sie betonen aber, daß die Bedeutung der Systolendauer für die Größe der Amplitude von sehr geringer Bedeutung sei. Nach alledem scheint es von vornherein ausgeschlossen, aus den Blutdruckschwankungen einen Schluß auf das M.-V. ziehen zu können, da unmöglich alle diese Momente rechnerisch erfaßt werden können.

Wesentlich anders liegen dagegen die Dinge, wenn bei einund demselben Menschen aus den vor sich gehenden Änderungen der Amplitudengröße ein Rückschluß auf das Verhalten des Schlagvolumens gezogen wird. Denn unter dieser Voraussetzung sind für die auftretenden Änderungen der Amplitudengröße nur die Veränderungen des Schlagvolumens und des Gefäßtonus verantwortlich, während alle anderen Faktoren wenigstens innerhalb gemessener Zeiträume unverändert bleiben.

Erlanger und Hooker gebrauchen auf Grund dieser Überlegungen als relatives Maß des M.-V. das Produkt aus Pulsamplitude nnd Pulsfrequenz, Straßburger verwendet das Verhältnis der Pulsamplitude zum Maximaldruck, den sogenannten Blutdruckquotienten, STONE[6] das der Pulsamplitude zum diastolischen Druck. Eine besonders wichtige Rolle zur Bestimmung des Schlagvolumens spielt aber die in jedem besonderen Falle vorhandene Dehnbarkeit der Arterienwand, deren Füllungsvolumen nach den Untersuchungen von FÜRST und SOETBEER[7] für die Aorta sich durch die Relation

$$\frac{\text{Amplitude}}{\text{Diastol. Blutdruck} + \frac{\text{Amplitude}}{3}} \quad \text{bzw.}$$

nach ZANDER[8] annäherd durch die vereinfachte Beziehungsformel

$$\frac{\text{Amplitude}}{\text{Diastol. Blutdruck} + \frac{\text{Amplitude}}{2}} \quad \text{d. i.} \quad \frac{\text{Amplitude}}{\text{mittl. Blutdruck}}$$

ausdrücken läßt.

Nach ihm könnte zwecks Abschätzung des Schlagvolumens sonach der in der Amplitudengröße mit zum Ausdruck gelangende Faktor der Aorten-Dehnbarkeit praktisch dadurch eliminiert werden, daß die Amplitude nach dem bestehenden Mitteldruck korrigiert wird, sodaß man diejenige Amplitude erhält, welche dem gleichen Schlagvolumen bei einer normalen Höhe des Mitteldruckes entsprechen würde. Diese Größe bezeichnet er als „reduzierte Amplitude."

Sonach ist das A. Fr. Pr. eine Zahl, welche zwar durchaus keinen Aufschluß über den tatsächlich bestehenden absoluten Größenwert des Herzminuten-

volumens gibt, aber doch einen verläßlichen Anhalt für die Beurteilung der bei einem und demselben Menschen vor sich gehenden Änderungen des Herzminutenvolumens gewährt.

LILJESTRAND und ZANDER [9], die an drei normalen und einer erkrankten Versuchsperson vergleichende Bestimmungen über die Größe des M.-V., das sie mittels der Stickoxydulmethode von KROGH und LINDHARD [10] und mittels des A. Fr. Pr. bestimmt haben, vornahmen, kamen zu dem Resultat, daß eine gute Übereinstimmung der beiden Werte nach Arbeit, Nahrungszufuhr und Adrenalin bestand, sodaß das A. Fr. Pr. als ein relatives Maß für den Blutstrom betrachtet werden kann, obgleich es keinen Schluß auf die tatsächlich bestehende absolute Größe des M.-V. zuläßt. Fortgesetzte Untersuchungen von Euler und Liljestrand erhärteten das.

KISCH und RIGLER [12] stellten im Tierexperiment gleichfalls fest, daß das A. Fr. Pr. eines und desselben Versuchstieres bei einer Zunahme des kammerplethysmographisch bezw. mittels der Stoppuhr registrierten M.-V. größer und bei einer Abnahme des M.-V. kleiner wird, sodaß es einen brauchbaren Indikator dafür abgibt, ob jeweils eine Zunahme oder Abnahme der Zirkulationsgröße erfolgt. Aus der Größe der Zu- bezw. Abnahme ließ sich jedoch kein Schluß daraus ziehen, in welchem Ausmaß einzelfalls eine Zunahme bezw. Abnahme des M.-V. stattfindet, sodaß sich kein Einblick in die zahlenmäßige Änderung gewinnen ließ. HARTL und PETER [13], die an kranken und gesunden Personen unter verschiedenen Bedingungen mittels der physikalischen Methode von Broemser und der gasanalytischen von Krogh und Lindhard vergleichende Untersuchungen anstellten, zeigten, daß aus dem Vergleich ihrer gefundenen M.-V.-Werte mit dem Produkt aus reduzierter Amplitude und Pulszahl Rückschlüsse auf die Größe des M.-V. nur orientierend gezogen werden konnten. TIEDEMANN [14] ließ bei Gesunden und Kranken Arbeit durch Heben eines Gewichtes leisten und kam zu dem Resultat, daß bei Herzkranken ganz allgemein während der Arbeit eine geringere Steigerung des A. Fr. Pr. eintrat als bei Gesunden. Sofort nach Arbeit zeigte es sich noch erhöht, am wenigsten bei Kranken mit Zeichen von Herzermüdung, wo es schon bei einigen unter den Ruhewert gesunken war. Nach 6-15 Minuten schien es bei Gesunden einfach zum Ruhewert zurückzukehren. Bei Kranken fand er kein grundsätzlich anderes Verhalten nach 6-15 Minuten, jedoch größere Schwankungen nach oben und unten, im Durchschnitt zeigte sich aber auch hier der Ruhewert nahezu erreicht; die Amplitude war aber stets

noch verkleinert entsprechend einer erhöhten Pulsfrequenz. ROSEN und WHITE[15] ermittelten an vier Versuchspersonen liegend, stehend, während leichter Arbeit und schließlich unmittelbar nach schwerer Arbeit das M.-V. durch die Blutdruckbestimmung und nach der Jodäthylmethode nach HENDERSON und HAGGARD[16]. Annähernde Proportionalität zeigte sich für diese Werte beim Stehen, leichter Arbeit und nach schwerer Arbeit. Beim Liegen bekamen die Verfasser für das Verhältnis zwischen Schlagvolumen und Amplitude höhere Werte als in den anderen Fällen, was dadurch erklärt wird, daß der diastolische Blutdruck derselbe oder niedriger als in jenen Versuchen war. Das genannte Verhältnis Schlagvolumen zu Amplitude zeigte übrigens, wie zu erwarten war, erhebliche individuelle Schwankungen. SCHOENEWALD[17, 18] der an 27 teils Normalen, teils Herz- bezw. Basedowkranken, bei denen von BANSI und GROSCURTH[19] gasanalytische Min.-Vol.-Bestimmungen in der Ruhe und bei Arbeit vorgenommen worden waren, gleichzeitig, Blutdruckmessungen durchführte, konnte keine konstanten Beziehungen des Blutdruckes, speziell des rezuzierten A. Fr. Pr. nach Liljestrand und Zander zu dem M.-V. feststellen. Das A. Fr. Pr. konnte lediglich als Hinweis auf die Richtung dienen, in der sich das Schlagvolumen verändert. In einigen Fällen hat es sich allerdings sogar entgegengesetzt zum M.-V. verändert.

KISCH[20] berichtet von einer methodischen Funktionsprüfung der Kreislaufleistung mit Einbeziehung des A. Fr. Pr. Die Untersuchten mußten zunächst eine Zeit in horizontaler Ruhelage verbringen, worauf der Ruhewert des A. Fr. Pr. ermittelt wurde. Die anschließende Körperarbeit bestand in einem 30 Sekunden dauernden zehnmaligen Aufheben des Oberkörpers aus der horizontalen in die vertikale Position bei andauernd horizontal gehaltenen Beinen. Sofort nach dieser Arbeit und schließlich 6 Minuten später bei ruhiger Horizontallage wurde die Größe des A. Fr. Pr. bestimmt. Als Ergebnis der bei 38 Kreislaufgesunden durchgeführten Funktionsprüfung wird das Verhalten des A. Fr. Pr. folgendermaßen angegeben: Sofort nach Körperarbeit tritt eine erhebliche Änderung des Wertes ein, der nach 6 Minuten auf den Ruhewert abgesunken ist. Es trat eine mäßige Steigerung der Pulsfrequenz, mäßige Erhöhung des systolischen und mäßige Senkung des diastolischen Druckes ein, keine oder nur eine geringgradige Änderung des mittleren Blutdruckes.

Bei der Funktionsprüfung an 27 ausgesprochenen Zirkulationsstörungen ergab sich, daß das A. Fr. Pr. nach Beendigung der Körperanstrengung wesentlich grösser ist, nach 6 Minuten noch immer erheblich grösser ist als

vor der Körperarbeit, daß ferner der mittlere Blutdruck unmittelbar sowie 6 Minuten später erheblichere Unterschiede gegenüber seinem Ruhewert aufweist. In anderen Fällen eklatanter Kreislaufbeeinträchtigung zeigte sich, daß das A. Fr. Pr. gleich nach der Arbeitsbeendigung keine oder nur eine ganz geringe Veränderung aufweist; 6 Minuten nach Arbeitsschluß ist es entweder kleiner als der Ruhewert oder ihm annähernd gleich. In einer anderen Arbeit gibt KISCH [21] einen Fall an von klinisch nicht nachweisbarem Fehler, auf den aber der anormale Ausfall des A. Fr. Pr. hindeutet, was sich 8 Monate später klinisch bestätigen ließ.

SCHILLING [22], der nach Ermittelung des Ruhewertes seine Versuchspersonen zehnmal aufsitzen läßt, mißt 6 Minuten lang nach beendigter Anstrengung pro Minute den Wert des A. Fr. Pr. Bei der Ermittelung des konstanten Ruhewertes hebt er hervor, wie durch psychische Einflüsse und auch optische Reize der Wert des A. Fr. Pr. großen Schwankungen ausgesetzt ist. Die Prüfung bei Gesunden ergab eine Steigerung des A. Fr. Pr. nach der Arbeitsleistung um 500-1000, der Wiederabfall erfolgte nach kürzester Zeit, oft schon nach einer Minute. Die absolute Höhe der Werte, die diagnostisch nicht verwertbar ist, schwankte zwischen 2000 und 6000 Gewöhnlich kam es durch die Arbeitsleistung zu einer Steigerung des systolischen und des diastolischen Druckes sowie der Pulsfrequenz; es wurden aber auch abweichende Verhältnisse gesehen, Blutdrucksenkung nach Körperarbeit, die SCHELLONG [23] als erster näher beschrieb. Bei offensichtlichen Dekompensationen ist das A. Fr. Pr. wesentlich erhöht, der Wiederabfall zum Ausgangswert erfolgt langsam und ist nach 6 Minuten noch nicht wieder erreicht. Schilling legt das Hauptgewicht auf die hochgradige Steigerung, die wohl stets über 1000 beträgt, weniger auf die langdauernde Erhöhung. Gerade bei leichten Insuffizienzen findet er diese hochgradige Steigerung bei raschem Abfall. Auch bei Insuffizienzbeschwerden, wo klinisch kein pathologischer Befund zu erheben war, ergeben sich diese typischen Ergebnisse. Die unbeträchtliche Steigerung des A. Fr. Pr. bei einigen Fällen offensichtlicher Insuffizienz mit starkem Abfall nach wenigen Minuten erklärt er dadurch, daß die bestehende Unruhe des Patienten den Ruhewert bereits so gesteigert hat, daß eine weitere Erhöhung bei Arbeitsleistung ausblieb. Bei Hypertension fand er hochgradige Steigerung mit raschem Abfall. Bei gleichzeitiger Herzinsuffizienz folgte auf den steilen Anstieg ein langsamer Abfall. Nach Besserung erfolgte trotz hoher Blutdruckhöhe der Abfall rasch. Bei Basedow gibt er ein den Hochdruckfällen analoges Verhalten an, außerordentlich steiler Anstieg, um in nicht deutlich dekompensierten Fällen sofort wieder abzufallen, ein Zeichen

für die hier stets vorhandene Kreislaufinsuffizienz. Bei nervös bedingtem Versagen des Kreislaufes sind die Werte des A. Fr. Pr. unregelmäßig, in ihrer Höhe stark schwankend.

STUMPF und FÜRST [24] bestimmten die Höhe des A. Fr. Pr. vor, direkt und 10 Minuten nach einem 100 m Lauf an Jugendlichen zwecks Einteilung in Leistungsklassen und verglichen diese Werte mit dem Ergebnis der durch eine röntgenologisch spezialistische Untersuchung gewonnenen Beurteilung. Sie stellten fest, daß die Höhe des A. Fr. Pr. wesentlich von der Laufzeit beeinflußt wird, gute Laufzeit treibt den Wert hoch, schlechte nicht so hoch. Sie betonen, daß weder aus der absoluten Höhe vor oder nach dem Lauf ein Schluß auf die Funktion möglich sei. Maßgebend dafür ist lediglich die Art des Rückganges des Wertes nach gleichbleibenden Erholungszeiten von einer individuell in verschieden guten Laufzeiten erfolgten gleichen Laufleistung. Ist nach 10 Minuten Erholung der Ruhewert annähernd erreicht, d. h. nicht wesentlich niederer, aber auch nicht wesentlich höher, so bezeichnen sie die Leistung als gut. Differenzen zwischen Erholungs- und Ausgangswert von über 10 und mehr sind als schlechte Herzleistung zu betrachten. Ausgesprochen hohe Differenzen finden sich entweder bei von vornherein auch klinisch nicht ganz einwandfreiem Herzbefund, oder, ohne auskultatorisch-perkutorische Regelwidrigkeit, bei ausgesprochenen äußeren Wachstumsfehlern, namentlich in Bezug auf das Längen- und Breitenverhältnis.

BANSI und GROSCURTH [25, 26, 27] betonen, daß wir erst das richtige Verständnis für die Herzleistung unter krankhaften Bedingungen erhalten, wenn wir nicht während der Arbeit, sondern nach der Arbeit die Messung des M.-V. fortsetzen. Die Arbeit, die sie ihre Versuchspersonen ausführen ließen, bestand im Besteigen einer 14 m hohen Treppe mit nachfolgendem Gehen auf der Stelle eine Minute lang. Die Bestimmung des M.-V. erfolgte einmal während der Arbeit beim Gehen auf der Stelle, eine zweite Abnahme 7-8 Minuten nach der Arbeit und zwar nach der GROLLMANN [28] schen Azetylenmethode. In einem zweiten, unter denselben Bedingungen gehaltenen Experiment wurde 2 Minuten nach Beendigung der Steigarbeit die Azetylenatmung vorgenommen und die Resultate dann zu Kurvenbildern zusammengesetzt.

Bei kreislaufgesunden Menschen und bei den Herzneurotikern ebenso wie beim Basedowkranken fällt nach Abschluß der Arbeit die Kreislaufgeschwindigkeit gegenüber dem Arbeitswert sehr schnell ab.

Beim kompensierten Klappenfehlerkranken finden sich während der Arbeit kaum wesentlich von der Norm abweichende Werte, während der Abfall des M.=V. nach der Arbeit entweder sehr gering ist oder sich gar ein geringer Anstieg des M.=V. zeigt.

Bei dekompensierten Fehlern, wo schon während der Ruhe das Schlagvolumen auf unternormale Werte heruntergegangen ist, zeigt sich bei Arbeit die Unfähigkeit des Herzens zu kraftvollen Leistungen an der Konstanz oder nur geringen Vergrößerung des Schlagvolumens, sodaß in manchen Fällen eine Vermehrung des M.=V. durch Anstieg der Pulsfrequenz erfolgt.

Verfasser glauben bei ihren etwa 250 Untersuchungen an 90 Versuchspersonen sagen zu können, daß die verzögerte Rückkehr des M.=V. ein Symptom ist, das nur für wirkliche Herzkranke (Klappenfehler, Myocardschäden) reserviert ist.

Bei Hypertonikern geben sie normalen Kurvenverlauf an; liegen dagegen Zeichen von Dekompensation vor, so geht die Kurve in eine typische flache, lang hingezogene Dekompensationskurve über.

C. Fragestellung

Im Anschluß an die widersprechenden Ansichten über den Wert des A. Fr. Pr. als ausschlaggebende Größe zur Beurteilung der Herzfunktion unternahm ich auf Veranlassung von Herrn Prof. S c h e l l o n g bei einer Anzahl von Personen eine systematische Prüfung des A. Fr. Pr. Als Ausgangsmaterial dienten mir Aufzeichnungen, die bei der Ausführung der an der Kieler Klinik seit einigen Jahren angestellten Herzfunktionsprüfung über das Verhalten des Blutdruckes und der Pulsfrequenz nach verschieden dosierter Körperarbeit gemacht worden waren.

Diese Funktionsprüfung besteht aus 3 Versuchen:

1.) Zunächst wird nach $^1/_2$ stündigem Liegen der Blutdruck mehrmals bestimmt, bis sich ein konstanter Wert ergibt. Dann folgt die Bestimmung des Blutdruckes und der Pulsfrequenz im Stehen und zwar sofort, $^1/_2$ Minute und 1 Minute nach dem Aufstehen und dann in Abständen von 1 Minute, bis mehrere Messungen den gleichen Wert ergeben oder bis der Ruhewert wieder erreicht ist. Nach Wiederhinlegen werden wiederum alle Werte in Abstand von 1 Minute bestimmt, bis der vorige Ruhewert erreicht ist.

2.) Als etwas anstrengendere Arbeit muß die Versuchsperson jetzt in liegender Stellung durch mehrmaliges Beinheben (8-20 mal) bis zu leichter

Erschöpfung Arbeit leisten. Die Bestimmung der Blutdruck- und Pulswerte erfolgt in gleicher Weise wie bei Versuch 1) bis zur Erreichung des Ruhewertes.

3.) Als letzte und schwerste Anstrengung dient die Ersteigung von 2 mal 25 Treppenstufen in individuell raschem Tempo (normal 45-60 Sekunden), woran anschließend in gleicher Weise sofort, ½ und 1 Minute später der Blutdruck und Puls im Liegen bestimmt werden, bis der Ruhewert wieder erreicht ist.

Die Bestimmung des Blutdrucks erfolgt auskultatorisch, die Pulsfrequenz wird gleichzeitig elektroardiographisch bestimmt.

Um ein möglichst vielseitiges Bild über das Verhalten des A. Fr. Pr. zu erhalten, bestimmte ich bei 176 Personen, an denen die oben beschriebene Herzfunktionsprüfung vorgenommen war, ohne Rücksicht auf Alter und Geschlecht den jeweils von Minute zu Minute ermittelten Wert des A. Fr. Pr. und trug die Resultate in Kurvenform in ein graphisches Systum ein, in dem noch systolischer und diastolischer Blutdruck sowie die Pulsfrequenz eingezeichnet waren.

D. Ergebnisse

1. Vorversuche.

Zunächst versuchte ich mich darüber zu orientieren, ob zwischen tatsächlichem M.-V. und A. Fr. Pr. eine Beziehung bestände, indem ich die in einer Versuchsreihe von 27 Patienten angestellten gasanalytischen Bestimmungen des M.-V. des Herzens während des Liegens und Stehens, die von Herrn Dr. Heinemeier ausgeführt waren, mit der jeweilig bestimmten Größe des A. Fr. Pr. verglich. Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt und die prozentuale Änderung der M.-V.-Werte mit denen des A. Fr. Pr. in Vergleich gesetzt. Die erste Reihe gibt die verschiedenen Werte im Liegen, die zweite im Stehen an. Außerdem ist bei den meisten Versuchspersonen ein Kontrollversuch notiert.

Aus dieser Tabelle ist zunächst ersichtlich, daß die absoluten Zahlen des A. Fr. Pr. als Ausdruck der Größe des tatsächlichen M.-V. nicht stimmen, ferner, daß sie zu den tatsächlich gefundenen Werten des Herz-M.-V. in keine Beziehung zu setzen sind, sondern starken individuellen Schwankungen unterworfen sind. Betrachten wir die Größenänderungen, die sich bei der Messung im Liegen und im Stehen ergeben, so sehen wir, daß auch jetzt keine prozentuale Übereinstimmung besteht, ja, daß sogar häufig nicht

Blutdr.	Ampl.	Mittl. Blutdr.	Reduz. Ampl.	Puls	A. Fr. Pr.	Prozent Änder.	Min. Vol.	Prozent Änder.
1. S.								
100/70	30	85	35,3	64	2259,2		4403	
95/75	20	85	23,5	93	2185,5	— 3,2	4429	+0,6
100/65	35	82,5	42,4	66	2798,4		4463	
90/70	20	80	25	84	2100	—24,9	4553	+2,0
2. Ph.								
110/65	45	87,5	51,4	62	3186,8		4185	
100/70	30	85	35,3	91	3212,3	+ 0,8	4552	+8,8
100/65	35	82,5	42,4	58	2459,2		4204	
95/70	25	82,5	30,3	82	2484,6	+ 0,1	4429	+5,4
3. H.								
120/75	45	97,5	46,2	47	2171,4		4664	
120/80	40	100	40	69	2760	+27,1	4948	+6,1
4. Wi.								
120/78	42	99	42,4	47	1992,8		5328	
128/80	48	104	46,2	65	3003	+50,7	5324	—
5. We.								
140/80	60	110	54,5	55	2997,5		4927	
135/80	55	107,5	51,2	74	3788,8	+26,3	5045	+2,4
140/80	60	110	54,5	57	3106,5		4854	
135/77	58	106	54,7	65	3560,5	+14,6	4928	+1,5
6. R.								
90/60	30	75	40	65	2600		4880	
90/70	20	80	25	75	1875	—24,0	4950	+1,4
95/60	35	77,5	45,2	77	3480,4		5050	
90/73	17	81,5	20,9	84	1755,6	—49,5	4945	—2,1
7. H.								
90/60	30	75	40	58	2320		3085	
85/65	20	75	26,7	82	2189,4	— 5,6	3166	+2,6
90/55	35	72,5	48,3	54	2608,2		3195	
85/60	25	72,5	34,3	75	2472,5	— 5,2	3304	+3,4
8. L.								
100/70	30	85	35,3	64	2259,2		4091	
93/80	13	86,5	15	75	1125	—50,2	4296	+5,0
100/70	30	85	35,3	60	2118		4258	
90/70	20	80	25	73	1825	—13,8	4443	+4,3

Blutdr.	Ampl.	Mittl. Blutdr.	Reduz. Ampl.	Puls	A. Fr. Pr.	Prozent Änder.	Min. Vol.	Prozent Änder.
9. B.								
120/75	45	97,5	46,2	50	2310		4062	
105/80	25	92,5	27	65	1755	—24,0	4155	+2,3
150/75	45	97,5	46,2	49	2263,8		4152	
110 75	35	92,5	37,7	61	2299,7	+ 1,5	4311	+3,8
10. Bi.								
150/60	90	105	85,7	86	7370,2		4241	
160/60	100	110	90,9	111	10089,9	+36,9	4291	+1,1
11. Sch.								
115/65	50	90	55,6	52	2891,2		4411	
125/75	50	100	50	62	3100	+ 7,3	4589	+4,0
12. M.								
100/50	50	75	66,7	63	4202,1		5404	
112/70	42	91	46,1	78	3595,8	—14,4	5604	+3,7
100/57	43	78,5	54,8	61	3342,8		5252	
118/70	48	94	51,1	80	4088	+22,2	5464	+4,5
13. R.								
140/90	50	115	43,5	71	3088,5		5309	
130/93	37	111,5	51,1	73	3730,3	+20,7	5401	+1,7
150/90	60	120	50	70	3500		5434	
135/88	47	111,5	42,1	84	3536,4	+ 1,0	5563	+2,4
14. M.								
105/65	40	85	47,1	54	2543,4		4866	
118/75	43	96,5	44,5	70	3115	+22,4	4910	+0,9
105/65	40	85	47,1	55	2590,5		4982	
118/75	43	96,5	44,5	76	3382	+30,5	4848	—2,7
15. B.								
120/80	40	100	40	72	2880		4681	
120 85	35	102,5	34,1	82	2796	— 2,9	4802	+2,6
16. G.								
110/60	50	85	58,5	70	4095		4345	
110 60	50	85	58,5	90	4265	+ 4,1	4787	+10,1
17. W.								
128/75	53	101,5	52,2	75	3915		4010	
110/80	30	95	31,6	111	3507,6	—10,3	4254	+6
128/73	55	100,5	55,7	64	3564,8		3909	
110/70	40	90	44,4	93	2129,2	+15,8	4160	+6,4

Blutdr.	Ampl.	Mittl. Blutdr.	Reduz. Ampl.	Puls	A. Fr. Pr.	Prozent Änder.	Min. Vol.	Prozent Änder.
18. P. Krampfadern.								
130/90	40	110	36,4	64	2329,6		5501	
98/90	8	94	8,5	102	867	—62,8	5481	—0,5
19. B. Krampfadern.								
110/60	50	85	58,5	63	3685,5		4167	
95/70	25	82,5	30,3	107	3241,1	—12,1	3507	—15,8
20. Br. Krampfadern.								
110/60	50	85	58,5	52	3042		4374	
100/73	27	86,5	31,2	72	2246,4	—26,2	3717	—15,0
110/68	42	89	47,2	48	2265,6		4457	
100/78	22	89	24,7	65	1605,5	—29,1	3632	—18,5
21. Br. starke Krampfadern.								
130/75	55	102,5	53,6	62	3823,2		4186	
100/78	22	89	24,7	81	2000,7	—21,5	3541	—15,4
130/80	50	105	47,6	64	3046,4		4235	
100/85	15	92,5	16,2	87	1409,4	—53,4	3494	—17,7
22. Cl.								
110/70	40	90	44,4	67	2974,8		4378	
118/85	33	101,5	32,5	86	2795	— 6,1	4450	+ 1,6
108/68	40	88	45,4	61	2769,4		4255	
115/75	40	95	42,1	72	3031,2	+ 9,4	4384	+ 3,0
23. Z. periph. Cyanose.								
110/70	40	90	44,4	63	2797,2		4822	
115/75	40	95	42,1	72	3031,2	+ 8,3	5244	+ 8,8
110/65	45	87,5	51,4	63	3238,2		4787	
120/80	40	100	40	67	2680	—11,1	5295	+ 9,3
24. L.								
110/60	50	85	58,5	82	4797		4556	
115/70	45	92,5	48,6	136	6609,6	+37,7	4868	+ 6,8
110/60	50	85	58,5	75	4387,5		4603	
115/70	45	92,5	48,6	117	5686,2	+29,5	5080	+10,4
25. Pa.								
120/78	42	99	42,5	60	2544		4818	
120/83	37	101,5	36,4	75	1650	—35,1	4783	— 0,7
120/75	45	97,5	42,6	65	3003		4857	
122/81	41	101,5	40,4	78	3151,2	+ 4,9	4900	+ 0,9

Blutdr.	Ampl.	Mittl. Blutdr.	Reduz. Ampl.	Puls	A. Fr. Pr.	Prozent Änder.	Min. Vol.	Prozent Änder.
26. Pe. Periph. Cyanose.								
113/63	50	88	56,3	66	4265,8		4110	
95/70	25	82,5	30,3	81	2454,3	—42,4	4239	+ 3,1
110/80	30	95	31,6	67	2117,2		4009	
100/80	20	90	22,2	88	1953,6	— 7,6	4172	+ 4,0
27. P. Krampfadern.								
122/80	42	101	41,1	58	2383,8		5564	
98/83	15	91,5	16,4	95	1558	—34,6	5700	+ 2,4
110/70	40	90	44,4	60	2664		4426	
112/85	27	98,5	27,4	76	2082,4	—21,8	4283	— 3,2
110/68	42	89	47,2	59	2784,8		4549	
120/87	23	98,5	23,3	75	1747,5	—37,2	4229	— 6,9

einmal die Richtung der Änderung der Größe des gasanalytischen M.=V. und des A. Fr. Pr. gleichsinnig verläuft. Interessant ist die Feststellung, daß sich bei den Patienten mit Krampfadern eine auffallend gute Übereinstimmung in der Richtungsänderung der beiden Werte ergibt, was durch die Einengung der Amplitude bedingt ist.

Alles in allem genommen scheint sich aus dieser Zusammenstellung zu ergeben, daß es nicht möglich ist, aus der Bestimmung des A. Fr. Pr. auf die Größe des tatsächlichen M.=V. Rückschlüsse zu ziehen, daß es aber in vielen Fällen wohl erlaubt ist, nur ganz allgemein aus der Größenänderung des A. Fr. Pr. eine Zu= resp. Abnahme des M.=V. zu erschließen.

Nun ließe sich einwenden, daß dieser Versuch zu geringe Reaktionen der Blutdruck= und Pulsänderung hervorruft,um tatsächlich hieraus Schlüsse auf das M.=V. durch Bestimmung des A. Fr. Pr. ziehen zu können; man könnte sich auf den Standpunkt stellen, daß die Regulationen des Kreislaufes, die nicht bestimmbar sind, hier in erster Linie die Veränderung des Minutenvolumens bedingen, sei es nun, daß dafür die Tonusänderung des Arterien= und Venensystems oder die Änderung des Schlagvolumens oder der Blutmenge verantwortlich sei.

Auf Grund der Untersuchungen von Schoenewald ist aber Skepsis am Platze, da dieser selbst nach anstrengender Arbeit bei seinen Versuchsper=

sonen keine Beziehung zwischen dem gasanalytisch bestimmten Minutenvolumen und dem A. Fr. Pr. finden konnte, ja selbst in seinen Vergleichsbestimmungen feststellte, daß nicht einmal immer die Richtung beider Werte gleichsinnig verläuft. Es hat sich also auch in diesen Vergleichsbestimmungen gezeigt, daß ein Rückschluß vom A. Fr. Pr. auf das Minutenvolumen und damit auf die Herzarbeit nur unter dem weitesten Vorbehalt möglich ist.

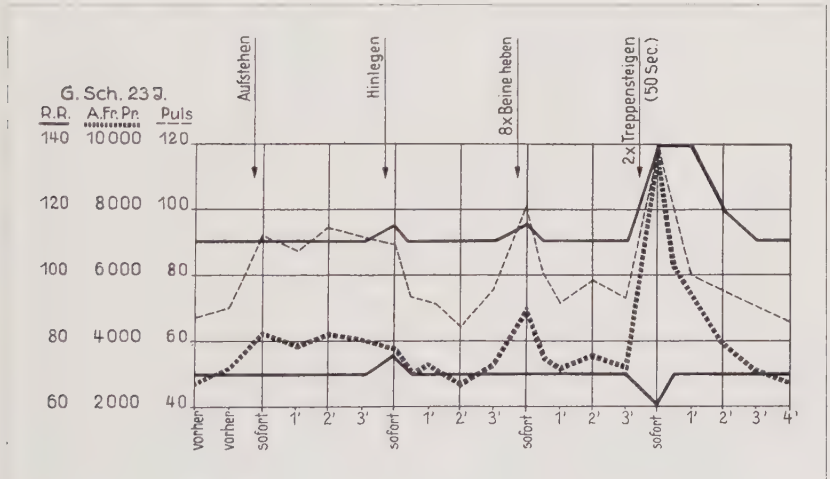
2. Eigene Ergebnisse.

1. Der Versuch des Aufstehens aus der liegenden Stellung mit nachherigem Wiederhinlegen verläuft bei allen Untersuchungen so mannigfach und ohne jede Gesetzmäßigkeit, daß sich für das A. Fr. Pr. keine Normalform von einem pathologischen Verhalten unterscheiden läßt. Es kommen sowohl Steigerungen während des Stehens mit vorheriger mehr oder weniger hohen Arbeitszacke sofort nach dem Aufstehen vor, wie in einigen Fällen auch tiefe Senkung. In der Regel sind die Wertunterschiede zwischen dem Liegen und Stehen nach eingetretener Beruhigung aber nicht sehr hoch u. schwanken um wenige 100 bis zu ca. 1000 nach oben und unten, es kommen aber auch größere Differenzen vor. Es ist festzustellen, daß sich in den meisten Fällen während des Stehens eine Steigerung des A. Fr. Pr. zeigt. Bei anschließendem Wiederhinlegen geht der Wert in der Regel auf den ersten Ruhewert zurück oder zeigt Schwankungen bis zu 200 nach oben, in der Regel aber die Neigung, den Ausgangswert um 100-300 zu unterschreiten, wobei allerdings auch größere Schwankungswerte vorkommen. Jedenfalls war es nicht möglich, aus dem Verhalten des A. Fr. Pr. bei Normalen und Herzkranken in diesem Versuch irgendeinen Schluß auf die Funktion des Herzens zu ziehen.

2. Der Versuch des Beinehebens, der schon ein größeres Maß Anstrengung erfordert und meistens bei Normalen mit einer Arbeitszacke, die den Ruhe-

wert um 1500-3000 übersteigt, einhergeht, scheint mir nicht geeignet, zur funktionellen Diagnostik herangezogen werden zu können, da ich auch in Fällen von offensichtlichen Herzschäden ein normales Verhalten der Kurve sah. Als normal ist der Kurvenverlauf zu bezeichnen, wenn die nicht zu hohe Erhebung des A. Fr. Pr. sofort nach Arbeit glatt auf den Ruhewert absinkt, den es spätestens nach 2-3 Minuten meist mit Schwankungen von ca. 200 nach oben und unten erreicht hat. Aber auch hier macht sich das Bestreben bemerkbar, unter den Anfangsruhewert herunter zu gehen, was ich bei den meisten Fällen beobachten konnte.

3. Da der Versuch des Treppensteigens in dieser Versuchsanordnung mit den größten Reaktionen des Kreislaufs einhergeht, aus denen mir ein Schluß auf seinen Mechanismus erlaubt scheint, will ich versuchen, aus dem Verhalten des A. Fr. Pr. zu entscheiden, ob aus seinen Veränderungen eine Beurteilung der Herzfunktion möglich ist.

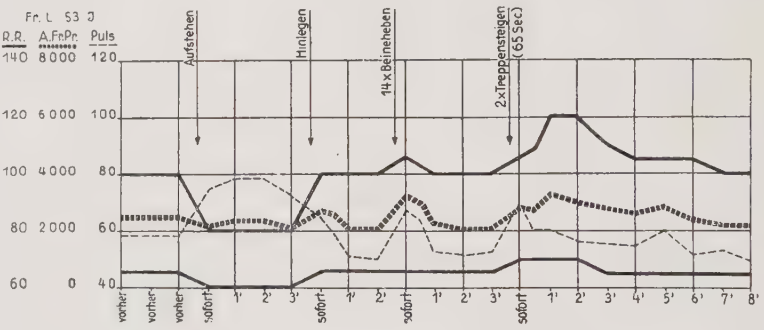


Kurve Normalfall 1

1. Normale herzgesunde Patienten verhalten sich so, wie es Kurve 1 veranschaulicht. Der besseren Übersicht halber habe ich die Funktionsprüfung vollständig wiedergegeben. Wir sehen in diesem Falle bei dem Treppensteigeversuch ein Steigen des A. Fr. Pr. um ca. 6500, ein glattes, schnelles

Absinken auf den anfänglichen Ruhewert, der nach drei Minuten schon wieder erreicht ist. Das Typische an einer normal verlaufenden Kurve ist in einem Anstieg von 3000-7000 zu sehen, der in der Regel nach 3-5 Minuten auf den Ruhewert abgesunken ist, ihn häufig noch unterschreitet, wobei die Arbeitszacke der Kurve einen sehr spitzen Winkel zeigt.

2. Dieser Normalform möchte ich als zweite Kurve eine solche bei **ausgesprochener Myocardschädigung** gegenüberstellen.

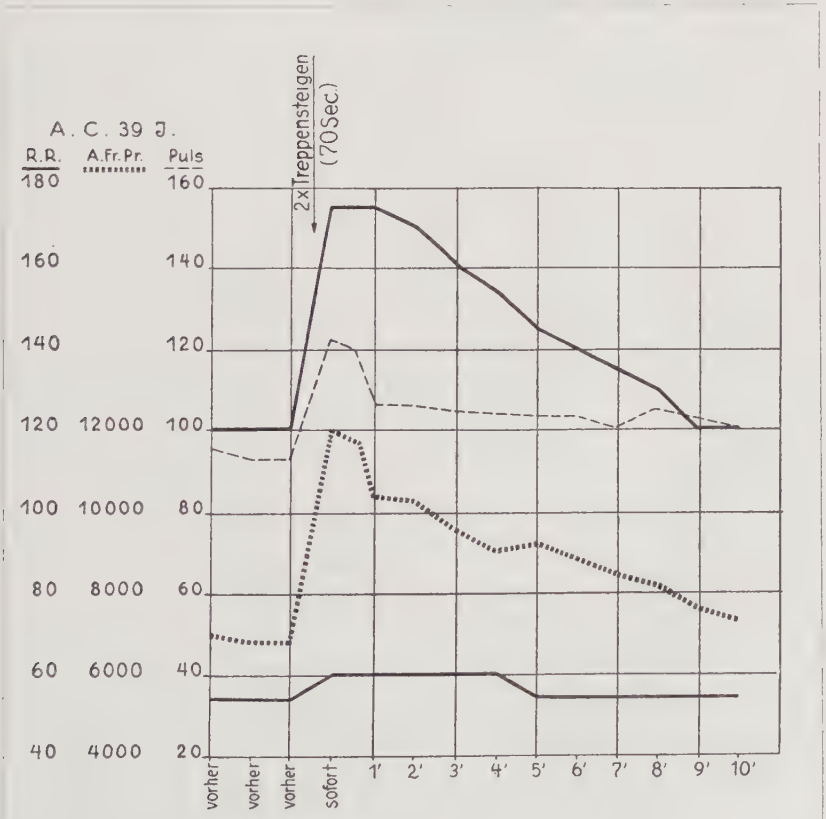


Kurve 2 Herzinsuffizienz Typ 1

Es zeigt sich in diesem Falle eine sehr gering ansteigende Kurve, eine eigentliche Arbeitszacke fehlt, statt dessen findet sich ein Buckel, der bei dieser Kurve den Ausgangswert um nur 350 übersteigt und ihn zwischen 5 und 6 Minuten wieder erreicht hat. Als typisch für Leistungsschwäche des Herzens findet sich ein geringer Anstieg des A. Fr. Pr. nach Arbeit, der niemals eine Höhe von 3000 erreicht, meistens aber in der als normal angegebenen Zeit wieder zum Ausgangswert zurückkehrt oder ihn unterschreitet. Des öfteren verzögert sich aber auch der Abfall über 3-6 Minuten oder nimmt noch längere Zeit in Anspruch. Dabei kann natürlich auch eine Arbeitszacke entstehen. Wir haben dann das Bild der zu kleinen Arbeitszacke mit normalem Abfall vor uns, einen Kurvenverlauf wie ich ihn besonders bei Angina pectoris, Coronarthrombose und Coronarinfarkt sah.

Eine **zweite Form bei Insuffizienz des Herzens** habe ich in der dritten Kurve dargestellt. Während der Aufsteh- und Beinehebenversuch normalen Kurvenverlauf zeigt, sehen wir nach dem Treppensteigen ein Ansteigen des A. Fr. Pr. um 5000, wie es also den Grenzen des Normalen entspricht, dafür aber einen langverzögerten Abfall, sodaß nach 10 Minuten der Ausgangswert noch nicht erreicht ist. Das Typische der zweiten Art einer Herzinsuffizienz, wie sie besonders bei Klappenfehlern zu beobachten war, besteht also in einem normalen Anstieg mit lang verzögertem Abfall.

Zwischen diesen extremen Typen gibt es nun alle möglichen Übergangsformen. So finden wir verschiedentlich bei den kompensierten Herzfehler-



Kurve 3 Herzinsuffizienz Typ 2

fällen einen Kurvenverlauf mit der Neigung, bei normal hoher Arbeitszacke das A. Fr. Pr. wohl noch ½ oder noch 1 Minute höher, als es bei Normalen der Fall ist, zu halten, wobei die Zacke breiter wird oder gar ein Plateau bildet, während der weitere Abfall dann normal erfolgen kann oder sogar den Ruhewert tief unterschreitet. Ein geringer Anstieg des A. Fr. Pr. nach dem Treppensteigen läßt immer auf eine Herzmuskelschwäche schließen, selbst wenn der Abfall normal erfolgt. Es kommt also in erster Linie auf den Kurvenverlauf nach beendigter Arbeit an, wobei auch stets die Höhe der Arbeitszacke zu berücksichtigen ist, während der zeitliche Abfall, der von Verschiedenen besonders bewertet wurde, nicht eine so große Rolle spielt.

Es ist zwar nicht möglich, aus dieser Unterteilung auf die Art der Herzschädigung einen Schluß ziehen, da die verschiedensten Übergänge vorkommen, aber wo diese Abweichungen von einem normalen Kurvenverlauf – geringe Höhe des A. Fr. Pr., normale Höhe mit verlangsamtem Abfall oder Auftreten einer breiten Arbeitszacke mit normalem Abfall – auftreten, muß stets eine Beeinträchtigung der Herzfunktion angenommen werden.

Bei den **Basedowfällen** zeigt sich ein sehr vielseitiges Bild. Zunächst gibt es Fälle, die einen ganz normalen Kurvenverlauf zeigen. Bei den Personen mit beeinträchtigtem Kreislauf erinnert der Kurvenverlauf sehr an den bei Herzinsuffizienz beschriebenen. Es kommen sowohl Fälle mit niedriger Arbeitszacke und zeitlich normalem Abfall vor, wie solche mit normal hohem Arbeitswert und verzögertem Abfall. Doch ist der Kurvenverlauf meist unruhiger, häufig tritt nach erstmaligem Abfall des A. Fr. Pr. eine nochmalige Zacke auf, worauf dann die Kurve langsam weiter sinkt. Doch liegt der Wert im Gegensatz zu den Herzfällen meist näher dem Ruhewert, da die Blutdruckkurve in der Regel normal absinkt und das Hochbleiben des A. Fr. Pr. durch die länger dauernde Tachycardie bedingt ist. Auch gibt es Fälle, wo infolge starker Steigerung des systolischen Druckes und der Pulsfrequenz eine sehr hohe Arbeitszacke entsteht, die den Ruhewert bis zu 10000 überschreiten kann. Eine typische Kurve für die Basedowfälle läßt sich jedenfalls nicht aufstellen und es ist auch schwer zu entscheiden, ob ein verzögerter Abfall des A. Fr. Pr. in allen Fällen auf einer geschädigten Herztätigkeit beruht, da die klinische Untersuchung, Ekg. und Röntgenapparat oft normale Verhältnisse anzeigen; es liegt aber nahe, auf Grund der Beobachtungen an den Herzkranken bei den Basedowfällen mit ähnlich verlaufender Kurve eine beeinträchtigte Herzfunktion anzunehmen.

Der Kurveverlauf bei den **Vaseneurosen** zeigt ebenfalls ein außerordentlich verschiedenes Verhalten. Auch hier gibt es Fälle mit ganz normalem Kurvenbild . Auffällig ist aber besonders der in vielen Fälle vorhandene abnorm hohe Anstieg der Arbeitszacke, die den Ausgangswert bis zu über 20000 überschreiten kann, hervorgerufen durch Abfallen des diastolischen Blutdruckes bis auf niedrigste Werte, wodurch sich die Amplitude sehr vergrößert. Der Kurvenabfall kann dabei ganz normal verlaufen und nach 3-5 Minuten den Ausgangswert wieder erreichen. Bei ausgesprochenen Herzbeschwerden zeigen die Kurven des öfteren Unregelmäßigkeiten der verschiedensten Art. Einmal trat häufig nach normalem Anstieg des A. Fr. Pr. und anfänglich normalem Abfall eine zweite Zacke oder eine Stufe auf, die in der Regel durch ein plötzliches Ansteigen der Pulsfrequenz nach vorherigem Abfall bedingt war, worauf dann ein etwas verlangsamter oder auch normaler Abfall zum Ruhewert erfolgte. In anderen Fällen wiederum blieb der weitere Abfall zunächst aus, sodaß der Wert des A. Fr. Pr. sich auf einer Linie hielt, die etwas oberhalb der Normalschwankungen lag, bis er dann doch schließlich nach 5-6 Minuten oder manchmal auch später erreicht wurde. In anderen seltenen Fällen zeigte sich auch einmal nach normal hoher Arbeitszacke eine breite Spitze bei sonst regelmäßigem Abfall, ohne jedoch in 6 Minuten den Ausgangswert zu erreichen.

Ist es also in vielen Fällen der beschriebenen Art möglich, die geklagten Herzbeschwerden mit den hier angegebenen Änderungen des Kurvenverlaufs des A. Fr. Pr. in Beziehung zu setzen, so konnte ich im Gegensatz hierzu bei Personen, die auch wegen Herzbeschwerden zur Untersuchung kamen, ohne daß ein pathologischer Befund erhoben werden konnte, gewisse Merkmale anderer Art feststellen. Zunächst ist in diesen Fällen der zeitliche Abfall der Kurve in keinem Gegensatz zu den Normalkurven zu setzen, d. h. also, nach 3-5 Minuten ist in der Regel der Ruhewert erreicht oder wenigstens ein solcher mit den normalen Schwankungen von ca. 200 nach oben und unten. Allerdings überwiegt hier das Bestreben des A. Fr. Pr., den Ruhewert nach oben zu überschreiten. Während auch in der Höhe der Arbeitszacke keine Abweichungen von Normalen vorkommen, so zeigt sich doch ein gestörter Abfall, indem entweder die Spitze breiter ist, hervorgerufen durch geringe Differenz der Werte nach ½ u. 1 Minute, oder indem nach normaler Arbeitszacke mit spitzem Winkel im Verlauf der Kurve plötzlich die Werte hoch bleiben, sodaß eine Ausbuchtung der Kurve entsteht. Dieses Höherbleiben des A. Fr. Pr. ist dann aber nicht durch ein Ansteigen der Pulsfrequenz hervorgerufen, sondern ergibt sich dann in der Regel aus dem Verhalten der Blutdruckkurven. Es liegen also in diesen Fällen gewisse Veränderungen des Kurven-

ablaufs vor, die zu den Beschwerden der Patienten in Beziehung gesetzt werden könnten. Es handelt sich aber hier um Grenzfälle, und es ist nicht möglich, schon aus diesen geringen Schwankungen im Ablauf des A. Fr. Pr. zum Ruhewert eine mangelhafte Herzleistungsfähigkeit anzunehmen.

E. Erörterung der Ergebnisse.

Da das A. Fr. Pr. durch Multiplikation der auf einen Blutdruck von 100 in Beziehung gesetzten Amplitude mit der jeweiligen Pulsfrequenz entsteht, ergibt sich eine Zunahme des Wertes, wenn sich entweder die Amplitude vergrößert oder die Pulsfrequenz ansteigt. Da sich nun aus den Untersuchungen WÜRFELS [29] ergeben hat, daß bei dem ersten Versuch des Aufstehens und Wiederhinlegens Schwankungen des systolischen Druckes von +20 bis −15, des diastolischen Druckes von 5-20 als normal ergeben haben, so erklärt sich ohne weiteres das verschiedene Verhalten des A.Fr.Pr. während dieses Versuches, das je nach der Kombination dieser Wertänderungen ansteigt oder abfällt. Zudem macht es die Steigerung des Pulses verständlich, daß meistens eine Zunahme des A. Fr. Pr. erfolgt, da selbst eine Einengung der Amplitude hierdurch ohne Einfluß auf die Größe des Produktes bleiben kann.

Es muß also ganz einfach immer dann der Ruhewert wieder erreicht sein, wenn die Blutdruckwerte und die Pulsfrequenz auf ihren Ausgangswert zurückgekehrt sind. Würfel gibt bei Normalen für den Versuch des Beinehebens und Treppensteigens als typisches Verhalten an, wenn die Werte in 2-4 Minuten zur Ruhe gekommen sind, woraus sich zwangsläufig ein gleiches Verhalten des A. Fr. Pr. ergeben muß.

AUGENER[30] untersuchte das Verhalten des Blutdrucks nach obiger Regulationsprüfung bei Basedowkranken und Vasoneurosen. Da ich bei diesen Kranken für den ersten und zweiten Versuch durch Aufstellung des A. Fr. Pr. keine Beziehung zu einem geschädigten Kreislauf finden konnte, will ich nicht auf die Ergebnisse eingehen und mich nur auf die Reaktionen bei dem Treppensteigeversuch beschränken. Hier gibt Augener bei den meisten Fällen ein normales Verhalten des systolischen Druckes an, der aber einige Male abnorm hoch war. In anderen Fällen, wo gleichzeitig Herzinsuffizienz bestand, gab sich diese Komplikation auch in der Blutdruckkurve als verminderte Steigerung zu erkennen. Der diastolische Druck zeigte des öfteren Erniedrigungen, die über die Grenzen des Normalen hinausgingen. Die Herzaktion entsprach im allgemeinen der Norm, in einigen Fällen war allerdings eine Starre und auch eine übermäßige Steigerung zu buchen. Das verschiedene Verhalten des Blutdruckes und der Pulsfrequenz offenbart sich auch bei meinen Ergebnissen und erklärt die Verschiedenheit der Kurven des A. Fr. Pr.

LESS[31] untersuchte, welche Schlüsse auf eine beeinträchtigte Herzfunktion aus dem Abfallen oder Hochbleiben des systolischen Blutdruckes sofort nach dem Treppensteigeversuch zu ziehen seien und kam zu dem Resultat, daß eine Senkung nach dieser Körperarbeit stets ein Zeichen von einer Kreislaufschwäche sei und daß ein Hochbleiben des systolischen Druckes über 2-3 Minuten oder eine nachträgliche Steigerung des Druckes um über 15 mm stets pathologisch sei. Durch das Hochbleiben des systolischen Druckes ist in meinen Versuchen bei den Kurven des A. Fr. Pr. eine typische Form für Herzinsuffizienz entstanden und dort, wo der systolische Druck nur $^1/_2$ oder eine Minute lang die einmal erreichte Höhe beibehält, beginnen die Grenzfälle, die eine Beurteilung der Herzfunktion nicht mehr zulassen.

Auf Grund dieser und meiner Ergebnisse ist also ersichtlich, daß es mit der Bestimmung des A. Fr. Pr. wohl möglich ist, aus seinem Verlauf nach Arbeitsleistung einen Schluß auf die Herzfunktion zu ziehen.

Während es aber einmal auf Grund meiner Vorversuche und der Arbeitsversuche von Schoenewald nicht angängig ist, die Größenänderungen des A. Fr. Pr. in Beziehung zu setzen mit dem M.-V. des Herzens, so ergibt sich auch andererseits aus den widersprechenden Angaben über den Verlauf des gasanalytisch bestimmten M.-V. und des A. Fr. Pr. nach Körperarbeit, daß man wohl nur ganz weitläufig aus dem Ablauf der A. Fr. Pr.-Kurve Rück-

schlüsse auf das M.-V. ziehen kann; denn Bansi und Groscurth geben bei Basedowkranken und Herzneurotikern einen Abfall des M.-V. nach Arbeit wie bei Normalen an, der sich bei dem A. Fr. Pr. nur in manchen Fällen wie bei Normalen erweist. Mögen nun die Verhältnisse liegen wie sie wollen, so ist ja letzten Endes diese Frage garnicht zu entscheiden; jedenfalls ergibt sich aus meinen Untersuchungen, daß der Verlauf des A. Fr. Pr. doch bei einem mit genügend starker Reaktion des Kreislaufes einhergehendem Arbeitsversuch eine Beurteilung der Funktionstüchtigkeit des Herzens erlaubt.

So wurde bisher von allen Untersuchern bei Gesunden eine Steigerung des A. Fr. Pr. nach Arbeitsleistung angegeben, die nach kürzester Zeit auf den Ruhewert absank, wie ich ebenfalls feststellte. Die von Kisch und Schilling beschriebene wesentliche Steigerung des A. Fr. Pr. nach Arbeit bei ausgesprochenen Insuffizienzen fand ich hingegen nicht. In meinen Herzfällen hielt sich der Anstieg des A. Fr. Pr. stets in den Grenzen des Normalen, während sich beispielsweise bei Vasoneurosen viel erheblichere Steigerungen zeigten. Dieser scheinbare Widerspruch findet aber darin seine Erklärung, daß in meiner Versuchsanordnung eine größere Arbeitsleistung zur Beurteilung der Herzfunktion verlangt wurde, die mit viel größeren Ausschlägen des Blutdruckes, des Pulses und somit des A. Fr. Pr. einherging, sodaß ich mit viel höheren Zahlenwerten operierte und die Schwankungsbreite zum Normalen zahlenmäßig viel höher begrenzen konnte. Jedenfalls fanden sowohl Schilling wie Kisch in diesen Fällen gleichzeitig eine über 6 Minuten dauernde Steigerung, wie ich sie in Kurve 3 dargestellt habe. Auch konnten beide Autoren die in Kurve 2 dargestellte Verlaufsart des A. Fr. Pr. in Fällen eklatanter Kreislaufbeeinträchtigung feststellen, sodaß im wesentlichen meine Untersuchungen mit den ihrigen übereinstimmen.

Man kann eben das A. Fr. Pr., dessen Größe ja nur von den Blutdruckschwankungen und der Pulsfrequenz abhängt, als eine Komponente dieser drei Größen auffassen und unter diesem Gesichtspunkt stellt dann seine Bestimmung nichts anderes dar, als eine Resultante von Größen, die stets zur funktionellen Diagnostik des Herzens herangezogen wurden, sodaß hiermit nur eine Modifikation der bisherigen Funktionsproben des Herzens besteht, wie sie schon SCHRUMPF[32] und andere längst angegeben haben.

F. Zusammenfassung.

Es wird zunächst in Vergleichsbestimmungen an 27 Versuchspersonen festgestellt, daß die mittels gasanalytischer Methode bestimmten M.-V.-Werte während des Liegens und Stehens absolut nicht mit denen durch das A.Fr.Pr. bestimmten, d. h. des Produktes aus der Pulsfrequenz mit der Amplitude, die auf einen mittleren Blutdruck von 100 „reduziert" ist, übereinstimmen, auch weder in den Ruhewerten noch den Wertunterschieden nach dem Aufstehen in irgendeine prozentuale Beziehung zu bringen sind, daß sich allenfalls nur eine Gleichsinnigkeit der Wertänderung ergibt. Es besteht allerdings auch manchmal ein völlig entgegengesetztes Verhalten.

An einem Material von 176 Personen, an denen eine Funktionsprüfung des Kreislaufes, die in der Bestimmung der Blutdruckwerte und der Pulsfrequenz während des Liegens und Stehens, nach Arbeit durch Beineheben und Treppensteigen mehrere Minuten lang vorgenommen war, bestand, ermittelte ich den jeweiligen Wert des A. Fr. Pr. Aus dem Verlauf der Kurve nach Arbeitsbeendigung ergaben sich nach dem Treppensteigeversuch gewisse Gesetzmäßigkeiten, die einen Schluß auf die Herzfunktion zulassen, sodaß mit der Bestimmung des A. Fr. Pr. nach Körperarbeit eine brauchbare Herzfunktionsprüfung gegeben ist.

Bei **Normalen** zeigt sich nach Arbeitsbelastung durch Treppensteigen ein Ansteigen des Amplituden-Frequenz-Produktes in der Regel um 3000-7000,

das nach 3-5 Minuten in glattem Abfall auf den Ruhewert abgesunken ist.

Bei **Herzkranken** findet sich entweder 1. ein geringes Ansteigen des A. Fr. Pr. mit kleiner Zacke oder Buckelbildung mit Abfall nach 3-6 Minuten oder auch längerer Dauer oder 2. eine normal hohe Arbeitszacke mit lang verzögertem Abfall.

Basedowkranke können bisweilen ein normales Bild ergeben, zeigen in Fällen mit beeinträchtigtem Kreislauf einen unruhigen Abfall mit verlängerter Abfallszeit, doch liegt der Wert der höher verlaufenden Kurve meistens dem Ruhewert näher als bei Herzkranken.

Vaseneurosen zeigen manchmal normalen Verlauf. Auffällig ist in vielen Fällen der abnorm hohe Anstieg des A. Fr. Pr. In anderen Fällen tritt nach anfänglich normalem Abfall eine kleine zweite Zacke auf mit anschließendem normalen oder verlangsamten Abfall zum Ruhewert.

Herrn Prof. Dr. Schellong fühle ich mich für die Überlassung dieser Arbeit und die liebenswürdige Unterstüutzung bei ihrer Ausführung zu verbindlichstem Danke verpflichtet.

Literatur.

1. Broemser und Franke: Z. Biol. 90, 467
2. Dawson und Gorham: Journ. of exp. med. 10, 484. 1908
3. Skelton: . . . . . Journ. of physiol. 55, 319, 1921
4. Straßburger: . . . Z. Klin. Medz. 54, 373, 1904
5. Erlanger und Hooker: Johns Hopskins Hosp. Rep. 1245, 1904
6. Stone: . . . . . Arch. of int. Med. 16, 775, 1915
7. Fürst und Soetbeer: . Dtsch. Arch. Klin. Med. 90, 190, 1907
8. Zander: . . . . . Det. Arterielle Blodtrykket. Stockholm 1921
9. Liljestrand u. Zander: Vergl. Bestimmungen des Minuten-Volumens des Herzens bei Menschen mittels der Stickoxydulmethode und durch Blutdruckmessung. Physiol. Laborat. Karolinen-Inst. Stockholm
10. Kroogh und Lindhard: Skand. Arch. Physiol. (Berlin u. Lpz.) 27, 100
11. Euler und Liljestrand: Skand. Arch. Physiol. (Berlin u. Lpz.) 55, I, 1929
12. Kisch und Rigler: . . Experimentelle Untersuchungen über die Wertigkeit des A. Fr. Pr. als Indikator für Veränderungen des Herzminutenvolumens Kli. Wo. 1930 22
13. Hartl und Peter: . . Zur physikalischen Bestimmung der menschlichen Zirkulationsgrößen. Klin. Wo. 1931, 2030
14. Tiedermann: . . . Versuche, die Funktion des Herzens nach dem Verfahren Hch. v. Recklinghausens zu prüfen. Dtsch. Arch. f. Klin. Med. 91, 331.1907.
15. Rosen und White: . . Amer. Journ. of Physiol. 78, 168, 1926
16. Henderson u. Haggart: Amer. Journ. of Physiol. 73, 193, 1925
17. Schoenewald: . . . Über Beziehungen des Blutdruckes, besonders des Amplitudenfrequenzproduktes zum Minutenvolumen des Herzens beim Menschen. Z.exp. Med. 76, 620, 1931.
18. Schoenewald: . . . Kreislauffunktionsprobe durch Bestimmung des A. Fr. Pr. Klin. Wo. 1932, I, 334
19. Bansi und Groscurth: Z. Kreislaufforschung 22, 20, 1930
20. Kisch: . . . . . Zur Frühdiagnose der Kreislaufinsuffizienz. Die Auswertung des A. Fr. Pr. für eine Funktionsprüfung des Herz- und Gefäßsystems. Kli. Wo. 1930. 27.
21. Kisch: . . . . . Über die praktische Eignung einer Funktionsprüfung des Kreislaufs mittels des A. Fr. Pr. Med. Klin. 1930. Nr. 41.
22. Schilling: . . . . . Kreislauffunktionsprobe durch Bestimmung A. Fr. Pr. Kli. Wo. 1931, Nr. 48

23. Schellong: . . . . Das Verhalten des diastolischen Blutdruckes nach Körperarbeit und seine klinische Bedeutung Klin. Wo. 1930, Nr. 29

24. Stumpf und Fürst: . Ergebnisse von Kreislaufuntersuchungen an Jugendlichen. Münch. Med. Wo. 1931. 1097

25. Bansi und Groscurth: Die Kreislaufleistung während und nach der Arbeit beim gesunden und kranken Menschen. Z. Kreislaufforschung 22, 657, 1930.

26. Bansi und Groscurth: Funktionsprüfung des Kreislaufs durch Messung der Herzarbeit. Kl. Wo. 1930, II, 1902

27. Bansi und Groscurth: Kreislauffunktionsprüfung bei Herzkranken. D. Med. Wo. Schr. 1931, Nr. 30

28. Grollmann: . . . . Amer. Journ. Physiol. 88, 432, 1929

29. Würfel: . . . . . Über den Blutdruck Gesunder nach verschieden schwerer Körperarbeit. Diss. Kiel, 1931

30. Augener: . . . . Über den Blutdruck von Basedowkranken und Vasoneurotikern nach verschieden schwerer Körperarbeit. Diss. Kiel 1932

31. Less: . . . . . Diss. erscheint demnächst.

32. Schrumpf: . . . . Eine graphische Darstellung der Herzfunktionsprüfung. Med. Klin. 1916 I. 669.

Lebenslauf.

Ich, Alfred Reckeweg wurde am 29. Mai 1908 in Herford in Westfalen als Sohn des Lehrers Hch. Reckeweg geboren. Nach Besuch des dortigen Friedrichs-Gymnasiums bestand ich Ostern 1927 das Abitur. Ich studierte zunächst in Münster und Berlin und unterzog mich nach dem 5. Semester in Bonn der ärztlichen Vorprüfung. Meine klinischen Semester verbrachte ich in Bonn, Hamburg, München und Kiel, wo ich im Januar 1933 die ärztliche Staatsprüfung bestand.

Satz und Druck: Funk-Druck, Herford, Engerstraße 32.